

Kakvoća plodova jabuke sorte Fuji ovisi o čimbenicima staništa i položaja plodova u krošnji

Fruit quality of 'Fuji' apple as affected by orchard site parameters and fruit distribution within canopy

Tatjana Unuk, Zlatko Čmelik, Stanislav Tojniko

SAŽETAK

Istraživan je utjecaj uvjeta staništa i položaja plodova u krošnji na prirod, vanjske (veličina ploda, obojenost kože ploda) i unutrašnje parametre kakvoće (sadržaj topive suhe tvari, sadržaj kiselina, tvrdoća mesa, škrobni indeks). U pokusu je bila sorta Fuji, cijepljena na podlozi M9, posađena 1998. godine na razmaku 3,0 x 0,8 m, a uzgojni oblik je bio vrlo vitko vreteno. Pokus je postavljen na nagnutom terenu i na zaravni. U proljeće 2003. godine krošnje su pomoću oznake (bojom) podijeljene na gornju i donju polovinu. Rezultati istraživanja pokazali su značajan utjecaj staništa i položaja plodova u krošnji na vanjske i unutrašnje parametre kakvoće plodova. Na lošijem položaju (zaravan) postignut je manji prirod i manji udio plodova prve klase. Na obadvije lokacije dobiveni su plodovi bolje kakvoće u gornjem dijelu krošnje.

Ključne riječi: *Malus domestica*, Fuji, prirod, stanište, položaj ploda u krošnji, kakvoća ploda

ABSTRACT

Canopies of 'Fuji' apple trees, grafted on M.9 rootstock, planted in 1998 on two orchard sites at 3.0 x 0.8 m and trained as super spindles, were subdivided in the spring of 2003 into upper and lower part. In each part the number of fruits, yield per tree, external (fruit size classes, fruit colouring) and internal (soluble solids content, titratable acid content, flesh firmness, starch degradation pattern) fruit quality attributes were determined. The orchard site parameters affected yield and fruit quality in different ways. The less suitable orchard site caused lower yield per tree and lower portion of 1st class fruits. The favourable orchard site produced higher yield and higher portion of 1st class fruits. In the lower part of the canopy at both orchard sites, fruits were of a good size but poorly coloured. Fruits of the best quality were obtained from the top part of the tree.

Keywords: *Malus x domestica*, cv. Fuji, yield, orchard site, fruit distribution within canopy, fruit quality

1. UVOD

Odavno je poznato da rodnost i kakvoća plodova jabuke ovisi o izboru proizvodnog prostora pri čemu pozornost usmjeravamo na više čimbenika, a posebice: sortu i podlogu, gustoću sklopa i uzgojni oblik, fizikalne i kemijske osobine tla, sustav održavanja tla u voćnjaku, te dostupne količine hraniva i vode u tlu (Bassi i sur., 1998; Tagliavini i Marangoni, 2002). Interakcijski učinci pojedinih čimbenika u suvremenim nasadima gustog sklopa vrlo često se očituju kao izrazito natjecateljski. Problem je što je kvantificiranje jačine natjecanja i njihovo razdvajanje na natjecanje za svjetlošću, vodom ili mineralnim hranivima teško mjerljivo, pa se najčešće odlučujemo za egzaktno praćenje učinka pojedinačnih čimbenika na osobine rasta i rodnosti.

Voćari posvećuju veliku pozornost uvjetima osvjetljenja u voćnjacima, te su u vezi s tim razvili uzgojne oblike i njima primjerenu gustoću sklopa. Usvojena svjetlost određuje fotosintetski kapacitet lišća (Marini i Marini, 1983), te utječe na rast i morfofenetske karakteristike mladica (Tustin i sur., 1992; Baraldi i sur., 1994). Varijabilnost dostupne svjetlosti unutar krošnje je velika o čemu svjedoči veći broj literaturnih izvora (Lakso i sur., 1989; Genard i Baret, 1994; Loreti i sur., 1994). Sukladno tomu, kako uzgojni oblici i gustoće sklopa utječu na intercepciju svjetlosti (Loreti i sur., 1994; Wagenmakers i Callesen, 1995) tako posljedično utječu i na fotosintezu i produkciju organske tvari (Lakso i sur., 1989) i prirodu (Palmer i sur., 1992). Intenzitet svjetlosti rapidno se smanjuje prema unutrašnjosti krošnje i prema bazi krošnje (Verheij i Verwer, 1973). Budući da razvijanje crvene pokrovne boje ploda jabuke u velikoj mjeri ovisi o razini izravnog osvjetljenja plodova (Siegelman i Hendricks, 1958; Walters, 1967; Saure, 1990; Lancaster, 1992), nedostatna razina osvjetljenja rezultira slabije obojenim, ali i sitnijim plodovima (Verheij i Verwer, 1973; Ubi, 2004). Zbog toga će plodovi na periferiji krošnje biti intenzivnije obojeni nego oni u unutrašnjosti (zasjenjeni) (Reay i Lancaster, 2001). Eksperimentalno je utvrđeno da sadržaj antocijana (glavnih pigmenata koji daju crvenu boju) u kožici ploda jabuke raste s porastom razine osvjetljenja do približno 50% od punog dnevnog osvjetljenja (Jackson, 1980; Barritt i sur., 1997).

Uvjeti osvjetljenja krošnje mogu se poboljšati izborom proizvodnog područja sukladno specifičnim zahtjevima pojedinih voćnih vrsta, uporabom slabo bujnih podloga, odabirom prikladnog sustava uzgoja, pravilnom orijentacijom redova, te izborom uzgojnog oblika i rezidbe (Wertheim i sur., 1980; Wagenmakers i Callesen, 1995). Ipak, treba imati u vidu interakcijske učinke drugih ekoloških čimbenika, pa je poznato da na crvenu boju plodova jabuke pored svjetlosti i temperature, utječu i drugi faktori kao što su dostupna voda i hraniva u tlu, a uključeni su i biljni hormoni etilen, apscizinska kiselina i

giberelini o čemu nas u svojim radovima izvješćuju Saure (1990), Lancaster (1992), te Viljoen i Huysamer (1995).

Cilj provedenih istraživanja bio je usmjeren na utvrđivanje specifičnih utjecaja staništa i položaja plodova u krošnji na prirod, te vanjske i unutrašnje parametre kakvoće ploda jabuke sorte Fuji.

2. MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanja su provedena na pokusnim površinama Fakultete za kmetijstvo "Pohorski dvor" kraj Maribora. Tlo na objektu "Pohorski dvor" spada u skupinu teških glinastih tala dubine 60-80 cm, s laporom kao matičnim supstratom. Unutar pokusnih površina nalazimo mikrolokacije različitog nagiba terena i različitog kemijskog sastava tla.

Za pokus su odabrane dvije mikrolokacije:

- veći nagib terena, na kojem je tlo na dubini 0-30 cm bilo kisele reakcije (pH u KCl 5,3), a sadržavalo je 3,5 mg P₂O₅/100 g i 47,2 mg K₂O/100 g.
- blagi nagib terena (zaravan), na kojem je tlo na dubini 0-30 cm bilo gotovo neutralne reakcije (pH u KCl 6,6), a sadržavalo je 21,9 mg P₂O₅/100 g i 51,3 mg K₂O/100 g.

Klimatski uvjeti za uzgoj jabuke bili su vrlo povoljni. Višegodišnji prosjek srednjih dnevnih temperatura za područje Maribora iznosi 9.7°C. Prosječna godišnja suma padalina iznosi 1054 mm, a u vegetacijskom razdoblju 638 mm.

U pokusu je bila sorta Fuji "Kiku 8", cijepljena na podlozi M 9, posadena 1998. godine na razmaku 3,0 x 0,8 m. Uzgojni oblik bio je vrlo vitko vreteno. Tlo između redova je bilo zatravljeno, a prostor u redu u širini od 0,6 m održavan je bez biljnog pokrivača uz pomoć herbicida. Voćnjak je bio natapan.

Paralelno su izvedena dva pokusa: (A) pokus na nagnutom terenu i (B) pokus na zaravni. U svakom pokusu bilo je 10 ujednačenih stabala (1 stablo = 1 repeticija). U proljeće 2003. godine svako stablo je pomoću oznake (bojom) podijeljeno na dva približno jednaka dijela: gornji i donji dio krošnje. Tijekom pokusa svi su podaci prikupljeni odvojeno za gornji i za donji dio krošnje, te na koncu računski izvedeni za cjelovite krošnje. Prilikom berbe izvagan je prirod (kg), a dijeljenjem s brojem plodova utvrđena je prosječna masa ploda. Od vanjskih parametara kakvoće, pored krupnoće, metodom procjene utvrđena je prisutnost pokrovne boje (% od ukupne površine), te je na osnovi obaju parametara utvrđen udio plodova prvog razreda. Na dan prognoziranog termina berbe prikupljeni su uzorci od 10 plodova metodom slučajnog izbora za svaku varijantu u pokusu i sa svih repeticija, a preostali plodovi su smješteni u hladnjaču (normalna atmosfera). Uzorci plodova analizirani su u vrijeme berbe i

nakon 3 mjeseca čuvanja u hladnjači na unutrašnje parametre kakvoće (tvrdoća, sadržaj topive suhe tvari, sadržaj kiselina i škrobni indeks). Tvrdoća je utvrđena penetrometrom (kg/cm^2), sadržaj topive suhe tvari refraktometrom (%), sadržaj kiselina titracijom s $0,1 \text{ Mol}/\text{dm}^3 \text{ NaOH}$ u nazočnosti indikatora fenolftaleina (sadržaj je preračunat i izražen u g/l jabučne kiseline), škrobni indeks utvrđen je pomoću škrobnog indeksa EUROFRUT na skali od 1 do 10 (jedno-škrobni test).

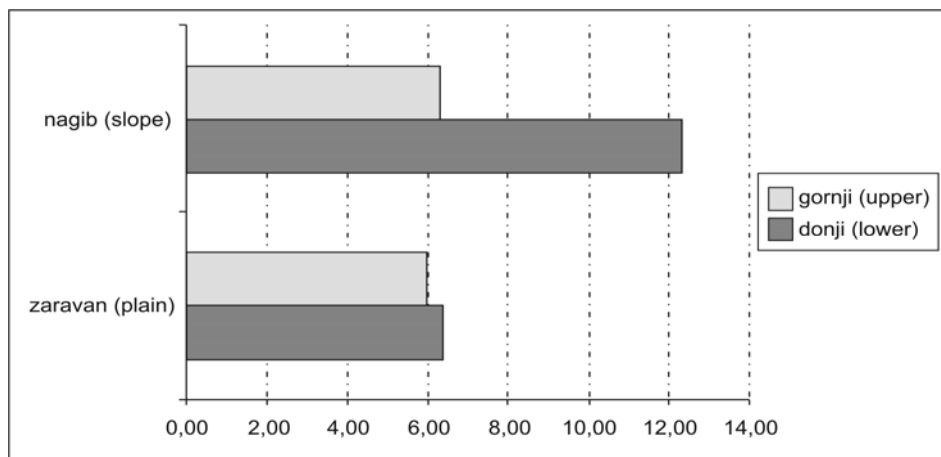
Nekoliko dana prije prognoziranog termina berbe za utvrđivanje sadržaja mineralnih elemenata prikupljeni su uzorci plodova metodom slučajnog izbora sa svake repeticije. Uzorci plodova su za analize sadržaja mineralnih elemenata pripremljeni po standardnom postupku. Sadržaj kalcija, kalija i magnezija određen je metodom atomske apsorpcijske spektrofotometrije. Sadržaj fosfora je određen spektrofotometrijski (fosfomolibdenski kompleks), a dušika destilacijom amonijaka po Kjeldahlu.

Dobiveni podaci prikazani su grafički.

3. REZULTATI I RASPRAVA

3.1. Prirod (kg/stablo)

Ukupni prirod po stablu je na obje lokacije bio u granicama očekivanih priroda u punoj rodnosti. Na zaravni je prirod u gornjem i donjem dijelu krošnje bio ujednačen, dok je na nagnutom terenu prirod bio značajno veći u donjem dijelu krošnje (Graf. 1.).

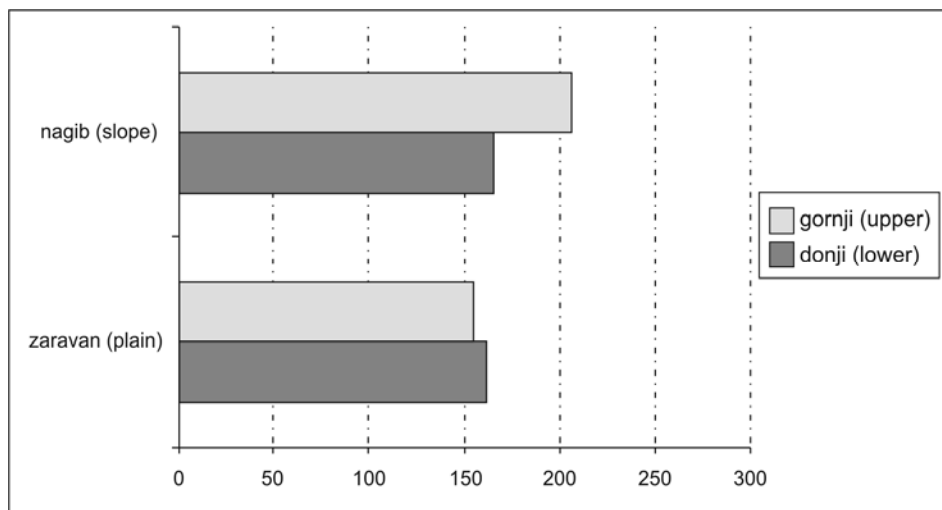


Grafikon 1. Prirod (kg/stablo) u gornjoj i donjoj polovini krošnje
Graph. 1. Yield (kg/tree) in the upper and in the lower half of tree crown

3.2. Vanjski parametri kakvoće ploda

3.2.1. Prosječna masa ploda (g)

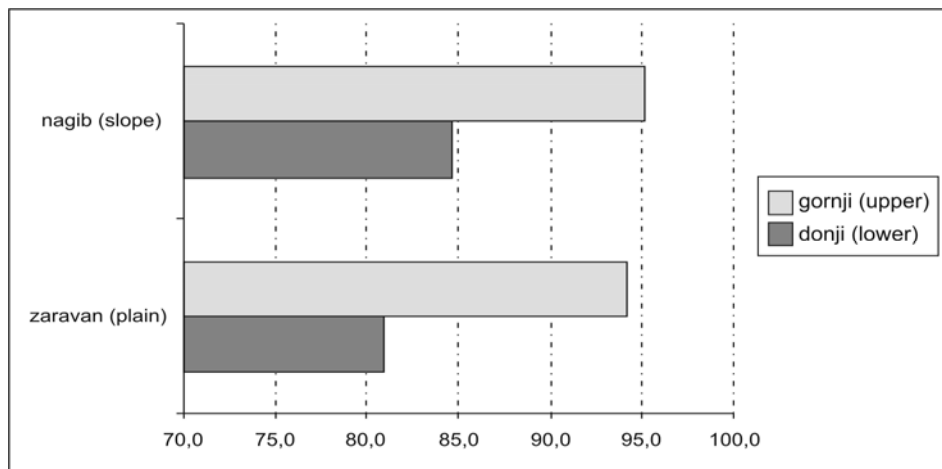
Prosječna masa ploda u gornjoj polovini krošnje je na zaravni bila manja nego na nagnutom terenu, unatoč većem prirodnom nagibu na nagnutom terenu. Prosječna masa plodova u donjem dijelu krošnje bila je manja i približno ista na oba mikrolokaliteta (Graf. 2.). Manji plodovi vjerojatno su posljedica lošijih uvjeta osvjetljenja u donjoj zoni krošnje o čemu nas izvješćuju i drugi istraživači (Verheij i Verwer, 1973; Ubi, 2004).



Grafikon 2. Prosječna masa ploda (g) u gornjoj i donjoj polovini krošnje
Graph.2. Average fruit weight (g) in the upper and in the lower half of tree crown

3.2.2. Obojenost kožice ploda (%)

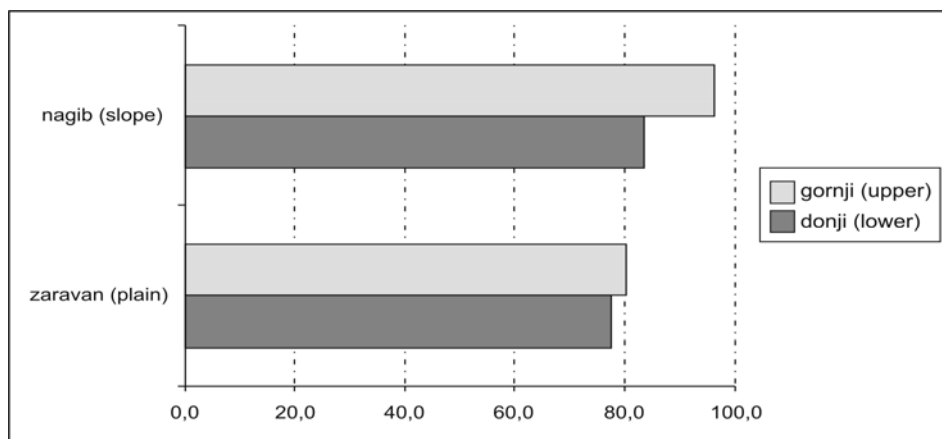
Obojenost plodova u gornjem dijelu krošnje je na obje lokacije bila izvrsna (Graf. 3.). Nešto lošija obojenost plodova utvrđena je u donjoj zoni krošnje, pri čemu je na zaravni obojenost kožice ploda bila značajno lošija. Ovi podaci ukazuju na slabije uvjete osvjetljenja i suglasni su s nalazima drugih istraživača (Siegelman i Hendricks, 1958; Walters, 1967; Verheij i Verwer, 1973; Saure, 1990; Lancaster, 1992; Wünsche i sur., 1996; Mika i sur., 2002; Ubi, 2004).



Grafikon 3. Indeks obojenosti plodova (%) u gornjoj i donjoj polovini krošnje
Graph. 3. Fruit colour index (%) in the upper and in the lower half of tree crown

3.2.3. Udio plodova 1. klase (%)

Udio plodova prve klase izračunat je uvažavajući masu ploda, ali i razinu obojenosti kožice crvenom bojom (Graf. 4.). Prema udjelu plodova prve klase u ukupnom prirodnu jasno se uočavaju razlike između lokaliteta jer je na nagnutom terenu u gornjem dijelu krošnje (optimalno osvjetljenom) udio plodova prve klase prelazio 95%, a na zaravni svega 80%. Na nagnutom trenu su u donjem



Grafikon 4. Udio plodova prve klase (%) u gornjoj i donjoj polovini krošnje
Graph. 4. First class fruits (%) in the upper and in the lower half of tree crown

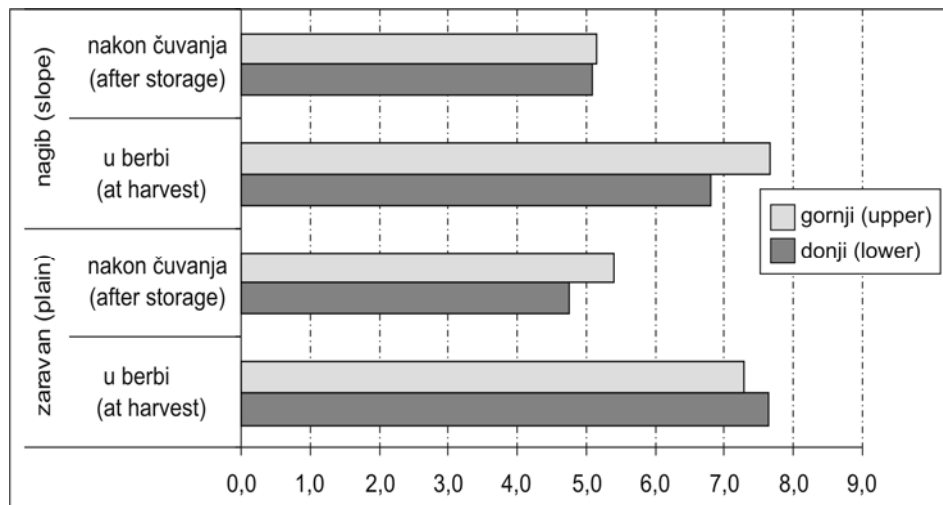
dijelu krošnje plodovi bili obojeni približno jednako kao plodovi iz vršnog dijela krošnje na zaravni. Dobiveni podaci potvrđuju odavno poznatu činjenicu da izboru položaja za jabuku treba posvetiti veliku pozornost, a posebice ukoliko se uzgajaju sorte crvene boje kože ploda.

3.3. Unutrašnji parametri kakvoće plodova

Unutrašnju kakvoću plodova jabuke određuje veći broj čimbenika na temelju kojih se utvrđuje rok berbe i mogućnost produženog čuvanja plodova u hladnjači.

3.3.1. Tvrdoća ploda u berbi i nakon čuvanja

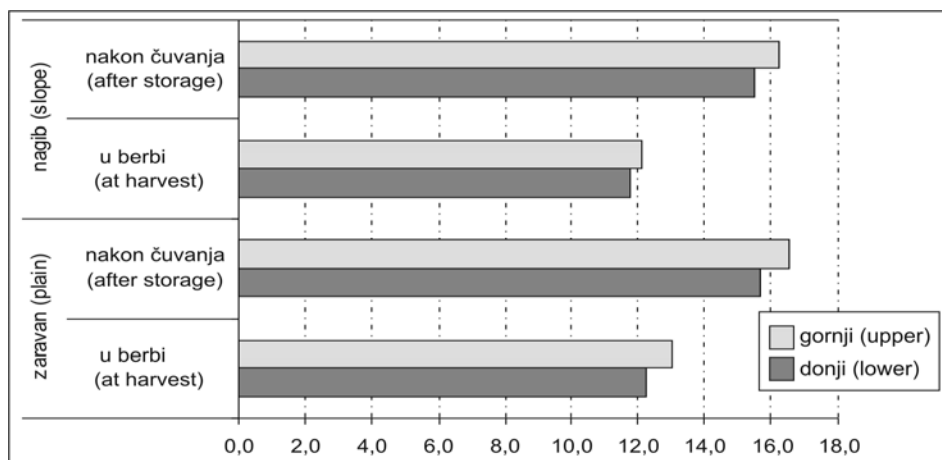
U vrijeme berbe veća tvrdoća plodova utvrđena je na nagnutom terenu u vršnom dijelu, a na zaravni u donjem dijelu krošnje (Graf. 5.). Tijekom čuvanja u hladnjači tvrdoća ploda se smanjivala, što je normalna pojava, a razlike s obzirom na lokaciju pokusa ili položaj plodova u krošnji nisu bile značajne.



Grafikon 5. Tvrdoća ploda (kg/cm^2) u gornjoj i donjoj polovini krošnje
Graph. 5. Fruit firmness (kg/cm^2) in the upper and in the lower half of tree crown

3.3.2. Sadržaj topive suhe tvari u berbi i nakon čuvanja

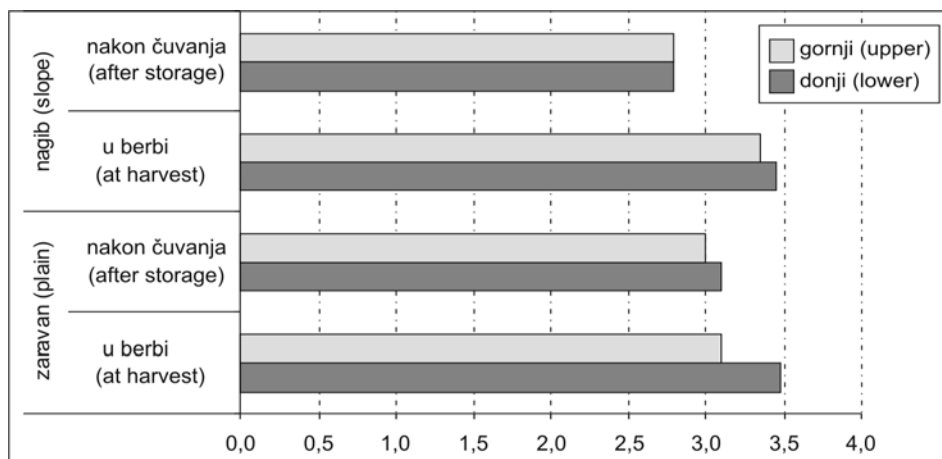
Sadržaj topive suhe tvari u vrijeme berbe je na obje lokacije bio veći u plodovima iz gornjeg dijela krošnje (Graf. 6.), što se tumači kao rezultat uvjeta osvjetljenja ali i natjecanja za proizvodima fotosinteze (Costes i sur.,2003).



Grafikon 6. Topiva suha tvar u plodovima (%) u gornjoj i donjoj polovini krošnje
Graph. 6. Fruit soluble solids (%) in the upper and in the lower half of tree crown

3.3.3. Sadržaj kiselina u berbi i nakon čuvanja

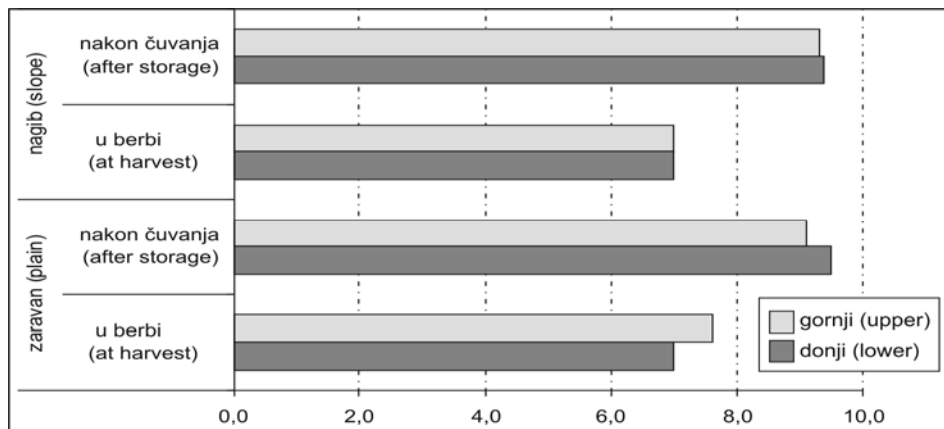
Sadržaj kiselina u plodovima u vrijeme berbe bio je veći u donjem dijelu krošnje na obadva lokaliteta (Graf. 7.). Očigledno je da su plodovi u lošijim uvjetima osvjetljenja bili lošijih organoleptičkih osobina. Tijekom čuvanja sadržaj kiselina se očekivano smanjivao, pri čemu je veće smanjenje zabilježeno kod plodova s nagnutog terena.



Grafikon 7. Sadržaj kiselina u plodu (g/l) u gornjoj i donjoj polovini krošnje
Graph. 7. Fruit acidity (g/l) in the upper and in the lower half of tree crown

3.3.4. Škrobni indeks u berbi i nakon čuvanja

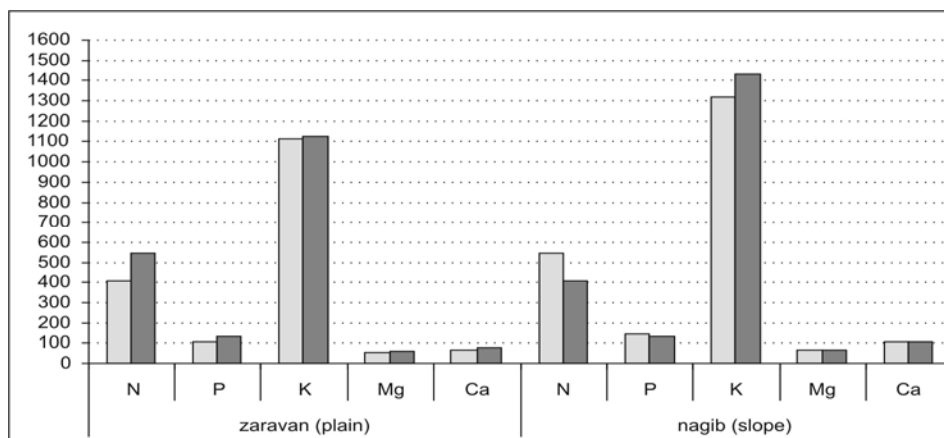
Razlike prema škrobnom indeksu u vrijeme berbe i nakon čuvanja 3 mjeseca u hladnjači, među plodovima s gornjeg i donjeg dijela krošnje, te između lokacija pokusa nisu bile značajne (Graf. 8.).



Grafikon 8. Škrobni indeks (1-10) u gornjoj i donjoj polovini krošnje
Graph. 8. Starch index (1-10) in the upper and in the lower half of tree crown

3.3.5. Sadržaj N, P, K, Mg i Ca u berbi

Kakvoća plodova značajno je povezana sa sadržajem mineralnih elemenata (Marcelle, 1995; Tagliavini i sur., 2000), koji ovisi o brojnim čimbenicima,



Grafikon 9. Sadržaj mineralnih elemenata u plodu u vrijeme berbe (mg/kg svježe mase)
Graph. 9. Fruit mineral content at harvest (mg/kg fresh weight)

a posebice o kompeticiji između mladica i plodova (Quinlan i Preston, 1971). Plodovi koji nemaju odgovarajući sadržaj mineralnih elemenata skloni su fiziološkim bolestima, koje se mogu pojaviti već u voćnjaku, te se bez većih gubitaka ne mogu duže čuvati. Uvažavajući literaturne standarde (cit. Tojnko, 1999) može se konstatirati da je koncentracija N, P, K, Mg i Ca u vrijeme berbe na obadva lokaliteta bila adekvatna (Graf. 9.). Omjer N/Ca bio je manji od 10, a (Mg + K)/Ca manji od 20, što pokazuje da su plodovi bili prikladni za duže čuvanje u hladnjači.

4. ZAKLJUČAK

Dobiveni rezultati pokazuju značajan utjecaj uvjeta staništa (mikro-lokaliteta), te vrlo značajan utjecaj položaja ploda u krošnji na vanjske i unutrašnje pokazatelje kakvoće plodova jabuke sorte Fuji.

U istraživanim uvjetima, sukladno očekivanjima, lokacija na nagnutom terenu bila je prikladnija glede vanjskih i unutrašnjih parametara kakvoće ploda,.

U gornjem dijelu krošnje, na obje lokacije, dobiven je veći udio plodova prve klase, a na nagnutom položaju i veći prirod plodova prve klase.

Rezultati pokusa potvrđuju voćarima poznatu činjenicu da za uzgoj jabuka prednost treba dati tipičnim voćarskim položajima (blagi brežuljci – južne, jugoistočne i jugozapadne ekspozicije), osobito ukoliko se uzgajaju sorte crvene boje kože, a posebice one sorte kod kojih se pokrovna crvena boja razvija kasno u vegetaciji kao što je to slučaj kod sorte Fuji.

LITERATURA

BARALDI, R., ROSSI, F., FACINI, O., FASOLO, F., ROTONDI, A., MAGLI, M., NEROZZI, F. 1994. Light environment, growth and morphogenesis in a peach tree canopy. *Physiol. Plant* 91: 339-345.

BARRITT, B.H., DRAKE, S.R., KONISHI, B.S., ROM, C.R. 1997. Influence of sunlight level and rootstock on apple fruit quality. *Acta Hort.* 451: 569-577.

BASSI, D., CORELLI-GRAPPADELLI, L., ROMBOLA, A.D., TAGLIAVINI, M., SANSAVINI, S. 1998. Tree structure and orchard management influence yield and fruit quality. *Proceedings of the 11th INRA-Ctifl Conference on the Fruit Researches, Architecture and Modelling in Fruit-growing*, pp 97-109, Montpellier, France.

- COSTES, E., SINOQUET, H., KELNER, J.J., GODIN, C. 2003. Exploring within-tree architectural development of two apple tree cultivars over 6 years. *Annals of Botany* 91: 91-104.
- GENARD, M., BARET, F., 1994. Spatial and temporal variation of light inside peach trees. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 119: 669-677.
- JACKSON, J.E., 1980. Light interception and utilization by orchard systems. *Hort. Rev.* 2: 208-267.
- LAKSO, A.N., ROBINSON, T.L., CARPENTER, S.G. 1989. The palmette leader: a tree design for improved light distribution. *HortScience* 24: 271-275.
- LANCASTER, J.E, 1992. Regulation of skin color in apples. *Critical Rev. in Plant Sci.* 10: 487-502.
- LORETI, F., TELLINI, A., MULEO, R., MASETTI, C., MORINI, S. 1994. Light environment at harvest in two nectarine planting systems. *Adv. Hortic. Sci.* 8: 135-139.
- MARCELLE, R.D. 1995. Mineral nutrition and fruit quality. *Acta Horticulture*, 383, 219–225.
- MARINI, R.P., MARINI, M.C. 1983. Seasonal changes in specific leaf weight, net photosynthesis, and chlorophyll content of peach leaves as affected by light penetration and canopy position. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 108: 600-605.
- MIKA, A., BULER, Z., TREDER, W., SOPYLA, C. 2002. Relationship between fruit distribution within 'Jonagold' apple canopy, fruit quality and illumination. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 10: 75-84.
- PALMER, J.W., AVERY, D.J., WERTHEIM, S.J. 1992. Effect of apple tree spacing and summer pruning on leaf area distribution and light interception. *Scientia Horticulturae* 52: 303-312.
- QUINLAN, J.D., PRESTON, A.P. 1971. The influence of shoot competition on fruit retention and cropping of apple trees. *J. Hort. Sci.* 46: 525-534.
- REAY, P.F., LANCASTER, J.E. 2001. Accumulation of anthocyanins and quercetin glycosides in 'Gala' and 'Royal Gala' apple fruit skin with UV-B-Visible irradiation: modifying effects of fruit maturity, fruit side, and temperature. *Sci. Hortic.* 90: 57-68.

- SAURE, M.C. 1990. External control of anthocyanin formation in apple. *Scientia Hort.* 42: 181-218.
- SIEGELMAN, H.W., HENDRICKS, S.B. 1958. Photocontrol of anthocyanin synthesis in apple skin. *Plant Physiol.* 33: 185-190.
- TAGLIAVINI, M., ZAVALLONI, C., ROMBOL, A.D., QUARTIERI, M., MALAGUTI, D., MAZZANTI, F., MILLARD, P., MARANGONI, B. 2000. Mineral nutrient partitioning to fruits of deciduous trees. *Acta Horticulture*, 512, 131–140.
- TAGLIAVINI, M., MARANGONI, B. 2002. Major nutritional issues in deciduous fruit orchards of Northern Italy. *Hort Technology*, 12: 26-31.
- TOJNKO, S. 1999. Slovenska integrirana pridelava sadja II. GIZ Sadjarstvo Slovenije (ed.). p. 37.
- TUSTIN, S., CORELLI GRAPPADELLI, L., RAVAGLIA, G. 1992. Effect of previous-season and current light environments on early-season spur development and assimilate translocation in 'Golden Delicious' apple. *J. Hortic. Sci.* 67: 351-360.
- UBI,B.E., 2004. External stimulation of anthocyanin biosynthesis in apple fruit. *Food Agric. Environ.* 2: 65-70.
- VERHEIJ, E.W.M., VERWER, F.L.J.A.W. 1973. Light studies in a spacing trial with apple on a dwarfing and a semi-dwarfing rootstock. *Scientia Horticulturae* 1: 25-42.
- VILJOEN, M.M., HUYSAMER, M. 1995. Biochemical and regulatory aspects of anthocyanin synthesis in apples and pears. *J.S.Afr.Soc.Hort.Sci.* 5: 1-6.
- WAGENMAKERS, P.S., CALLESEN, O., 1995. Light distribution in apple orchard systems in relation to production and fruit quality. *J. Hortic. Sci.* 70: 935-948.
- WALTERS,T.E. 1967. Factors affecting fruit color in apples:A review of world literature. *Rep. East Malling Res. Stn. For.* 1966: 70-82.
- WERTHEIM, S.J., DE JAGER,A., DUYZENS,M.J.J.P., 1986. Comparison of single-row and multiple-row planting system with apple, with regard to productivity, fruit size and colour, and light conditions. *Acta Hort.* 160: 243-258.

WÜNSCHE, J.N., LAKSO, A.N., ROBINSON, T.L., LENZ, F., DENNING, S.S. 1996. The bases of productivity in apple production systems: the role of light interception by different shoot types. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 121: 886-893.

Adrese autora – Author's address:

Dr.sc. Tatjana Unuk
Fakulteta za kmetijstvo
Univerza v Mariboru
2000 Maribor, Slovenija
E-mail: tatjana.unuk@uni-mb.si

Primljeno – Received:

20.12.2007.

Prof.dr.sc. Zlatko Čmelik
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Zavod za voćarstvo
Svetošimunska 25
10000 Zagreb, Hrvatska
E-mail: zcmelik@agr.hr

Doc.dr.sc. Stanislav Tojnko
Fakulteta za kmetijstvo
Univerza v Mariboru
2000 Maribor, Slovenija

